

BAB VI TROUBLESHOOTING

Identifikasi dan penanganan potensi gangguan proses merupakan aspek penting dalam menjamin keandalan, keselamatan, dan kontinuitas operasi pabrik kimia. Gangguan operasional dapat disebabkan oleh penyimpangan parameter proses, kegagalan peralatan, maupun kesalahan prosedur. Oleh karena itu, diperlukan metode analisis risiko yang sistematis. Metode *Hazard and Operability Study* (HAZOP) digunakan untuk mengidentifikasi penyimpangan dari kondisi operasi yang dirancang serta merumuskan rekomendasi perbaikan.

Pada pabrik metil metakrilat ini, analisis HAZOP diterapkan pada tiga unit proses utama, yaitu unit persediaan bahan baku, unit reaksi, dan unit pemurnian produk. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel.

6.1 Analisis HAZOP pada Unit Persediaan Bahan Baku

Tabel 6.1 Analisis HAZOP Tangki Penyimpanan

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
Tangki Penyimpanan Bahan T-101, T-102	Berfungsi untuk menyimpan bahan baku pada suhu	<i>Low feed flow</i>	<i>Malfunctioned</i>	Efisiensi rendah	<i>Flow Indicator Controller</i> (FIC) dan <i>Level Indicator</i>	Membuka pengaturan aliran hingga level yang ditentukan dan menjaga level agar tetap konstan sesuai dengan yang ditentukan.

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
	30°C dan tekanan 1 atm				<i>Controller</i> (LIC)	
		<i>Excessive Feed Flow</i>	<i>Malfunctioned</i> umpan dalam inlet terlalu banyak	Ketidaksesuaian pada spesifikasi produk yang ditentukan pabrik	<i>Level Indicator Controller</i> (LIC)	Pemasangan <i>Flow Meter</i> dan <i>Flow Alarm</i> dan monitor umpan dalam inlet
		<i>Level Indicator</i> yang dipasang di tangki penyimpanan tidak menunjukkan level	Roda indikator jatuh ke dalam tangki	Level aktual dalam tangki dan kondisi level terlalu rendah atau terlalu tinggi tidak dapat terdeteksi	<i>Level Indicator Controller</i> (LIC)	Menyediakan <i>Low Alarm Level</i>

Tabel 6.2 Analisa HAZOP Pompa

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
Pompa Sentrifugal (P-101, P-102)	Berfungsi untuk mengalirkan bahan baku	<i>No flow</i>	Kegagalan Pompa	Tidak terjadi reaksi dalam RD-201	<i>Flow Indicator Controller Level Indicator Controller</i> (LIC)	Melakukan pelumasan pada <i>impeller</i> pompa ketika sudah hampir mencapai (FIC) dan keausan dan pastikan bahwa sistem pelumasan tidak terhalang atau rusak
		<i>Low Flow</i>	Kegagalan Parsial pada pompa	<i>Less</i> bahan yang tersuplai ke reaktor	<i>Flow Indicator Controller Level Indicator Controller</i> (LIC)	Melakukan pelumasan pada <i>impeller</i> pompa ketika sudah hampir mencapai (FIC) dan keausan dan pastikan bahwa sistem pelumasan tidak terhalang atau rusak

6.2 Analisis HAZOP pada Unit Reaksi

Tabel 6.3 Analisa HAZOP Kolom Distilasi Reaktif

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
Kolom Distilasi Reaktif (RD-201)	Berfungsi untuk memisahkan reaktan dan produk serta tempat berlangsungnya reaksi kimia	<i>High flow</i> pada aliran <i>feed</i> masuk	<i>Overflow</i> pada aliran <i>feed</i> RD-201	Terjadi <i>flooding</i> dimana <i>liquid</i> yang melebihi kapasitas <i>downcomer</i> untuk mengalir turun, sehingga cairan menumpuk di <i>tray</i> dan <i>entrainment</i>	<i>Flow Controller</i> mengatur laju alir sesuai <i>setpoint</i> <i>Level Indicator Controller</i> menjaga level di kolom & akumulator agar <i>liquid surge</i> tetap tertampung; <i>Temperature Indicator Controller</i> (TIC) indikator tidak langsung karena <i>flooding</i> mengubah profil suhu antar-tray; <i>Pressure Indicator Controller</i>	Memeriksa desain alat distilasi reaktif, termasuk jumlah tray atau <i>packing</i> yang digunakan. Pastikan kapasitas aliran uap cukup. Pasang alarm suhu tinggi dan tekanan tinggi. Memastikan kapasitas aliran uap cukup dan memasang alarm suhu tinggi (TAH) serta tekanan tinggi (PAH) sebagai peringatan dini

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
				ke atas (PIC) mendekati titik sebelum <i>flooding</i> meningkat <i>flooding</i> , ΔP kolom naik berkembang parah. tajam.		
Peningkatan Tekanan di RD-201	Kegagalan pada sistem pendingin di E-03	Uap yang tidak terkondensasi tidak dapat kembali sebagai refluks ke D-01 dan terus terakumulasi sebagai fase gas karena laju pembentukan uap dari <i>reboiler</i> tetap berjalan	yang tidak terkondensasi tidak dapat kembali sebagai refluks ke D-01 dan terus terakumulasi sebagai fase gas karena laju pembentukan uap dari desain tetap berjalan →	<i>Temperature Controller</i> mendeteksi suhu sejak dini berkembang <i>overheating</i> <i>Pressure Controller</i> memantau mengendalikan kolom agar tidak melewati batas desain	<i>Indicator</i> (TIC) kenaikan suhu sebelum menjadi parah; <i>Indicator</i> (PIC) dan tekanan tidak aman	Memeriksa sistem pendingin dan memastikan alarm suhu berfungsi dengan baik. Menjaga tekanan dalam batas amandan menambahkan <i>Pressure Safety Valve</i> (PSV) sebagai proteksi lapisan terakhir apabila TIC/PIC gagal mencegah kenaikan lebih lanjut

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
				tekanan sistem naik. <i>Overheating</i>, tekanan naik menaikkan <i>bubble point</i> campuran, sementara <i>reboiler</i> tetap memasok panas sesuai <i>setpoint</i> lama sehingga suhu aktual di <i>reboiler</i> dan <i>tray</i> bawah melampaui kondisi normal		

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
		Kegagalan parsial pompa (<i>low flow</i>)	<i>Feed</i> ke kolom distilasi tidak mencukupi	Proses reaksi terhambat dan pemisahan tidak optimal	Pemeliharaan terjadwal untuk pompa, sistem kontrol aliran <i>feed</i>	Memastikan prosedur pemeliharaan pompa rutin dilakukan dan memeriksa aliran <i>feed</i> agar tetap stabil dan mencukupi kebutuhan operasional alat distilasi reaktif

6.3 Analisis HAZOP pada Unit Pemurnian Produk

Tabel 6.4 Analisa HAZOP Kolom Distilasi

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
Kolom Distilasi (DC-301)	Berfungsi untuk memisahkan produk dari kontaminannya	<i>No flow</i>	Kegagalan pompa	Tidak ada <i>feed</i> yang masuk ke DC-301	<i>Flow Indicator Controller</i> (FIC), dan <i>Level Indicator</i>	Meninjau tekanan <i>feed</i> yang masuk sesuai dengan kebutuhan operasional kolom distilasi dan memeriksa apakah ada

<i>Component</i>	<i>Description</i>	<i>Deviation</i>	<i>Cause</i>	<i>Consequences</i>	<i>Safeguard</i>	<i>Recommendation</i>
	berdasarkan perbedaan titik didih				<i>Controller</i> (LIC)	penutupan <i>valve</i> pada sistem perpipaan
		<i>High flow</i>	<i>Overflow</i> di aliran yang dilalui <i>feed</i> masuk menuju ke DC-301	Terjadinya <i>flooding</i> proses pemisahan tidak terjadi dengan optimal	<i>Flow Indicator Controller</i> (FIC), <i>Level Indicator Controller</i> (LIC), <i>Temperature Indicator Controller</i> (TIC), dan <i>Pressure Indicator Controller</i> (PIC)	Meninjau desain kolom distilasi, termasuk jumlah <i>tray</i> dan <i>packing</i> yang digunakan, pastikan bahwa kapasitas aliran uap dalam kolom distilasi. Pasang alarm untuk suhu tinggi dan tekanan tinggi

